



Seznamy obsahu dostupné na ScienceDirect

Materiály dnes: Sborník

domovská stránka časopisu: www.elsevier.com/locate/matpr

Predikce srážek pomocí fuzzy logiky

R. Janarthanan^a, R. Balamurali^b, A. Annapoorani^A, V. Vimala^A^aOddělení CSE, Chennai Institute of Technology, Chennai, Tamil Nadu, Indie^bKatedra ECE, Chennai Institute of Technology, Chennai, Tamil Nadu, Indie

info o článku

Historie článku:

Přijato 12. května 2020

Přijato 10. června 2020

K dispozici online 9. července 2020

Klíčová slova:

Srážky

Fuzzy logika

Předpověď

Klasická logika

Číselná funkce

Pravidlo fuzzy produkce

abstraktní

Informace o předpovědi srážek mají velký význam na zemědělských polích, kde se pěstuje většina plodin zavlažování závisí na dešťové vodě. Předpovídání srážek je tedy povinným a důležitým procesem nedávno. Klasická logika je dále rozšířena na fuzzy logiku. Fuzzy logika má oproti klasické logice mnoho výhod. Dva typy konotací fuzzy logiky jsou: V úzkém slova smyslu je fuzzy logika logický systém, což je rozšíření vícehodnotové logiky. Expertní systém fuzzy se skládá z lingvistických pravidel týkajících se vstupní proměnné fuzzy funkcí příslušnosti k výstupní proměnné fuzzy funkce členství. Fuzzy produkční pravidlo Příkazy IF-THEN se týkají vzájemných vstupních proměnných definovat výsledek. Operátory predikátové logiky, jako je operátor AND, se používají ke spojení vstupní a výstupní proměnné. Tento článek navrhuje predikci dešťových srážek pomocí systému fuzzy logiky založeného na modelu expertního systému za náročné provozní povinnosti potřebné pro meteorologické oddělení v zemi.

2020 Elsevier Ltd. Všechna práva vyhrazena.

Výběr a peer-review pod odpovědností vědeckého výboru Mezinárodní konference o nejnovějších trendech a inovacích ve strojírenství: věda o materiálech.

1. Úvod

Predikce je trendy, aby se používala jako zdroj k provádění nezbytného povědomí o nadcházející události. V dřívějších dnech Předpověď byla předem zaměřena na podporu člověka proti nepřijemné přírodní katastrofy. Předpověď počasí na celém světě je hlavní zásadní a zároveň náročná funkční odpovědnost schválená meteorologickými zařízeními. Předpovídáním faktory počasí v antecedentu (IF) a následné (POTOM) jsou části, které vykazují nepřesnost a nejistotu zacházet s rozumem a efektivními algoritmy [1].

Předpovídání srážek je zásadní a významná metoda nyní několik dní. Každý rok zemřelo a vyhnáno mnoho lidí kvůli silným deštům a povodním. Různé reprodukce jsou odloženy pro předpověď dešťových srážek s prohlášením, že kurz pod vyšetření je neaktivní a slouží k použití seburčující proměnné recitace událostí dešťových srážek [2]. Proces dešťových srážek je přibližně spojeno s předchůdci z doplňkových omezení, jako je povrchový tlak po týden až déle než denní časové měřítka, teplota povrchu moře pro sezónní čas

váha a další atmosférické parametry. Omezená další atmosférická omezení zahrnují teplotu, relativní vlhkost, rosu bod a vítr.

Dešťové srážky jsou stochastický postup, jehož nadcházející událostí bude podmíněné některými předchůdci z jiných omezení jako například povrchovou teplotu moře pro měsíční až sezónní časové měřítka, povrchový tlak pro týdenní až denní časové měřítka a další atmosférická omezení pro denní až hodinové časové měřítka. Nepředvídatelnost počasí a klimatických aspektů, zejména těch atmosférických omezení budou hlavní silou pro denní srážky. Li model nepředvídatelnosti by mohl být zdokumentován a použit pro budoucnost cesta, proveditelnost předpovědi denních srážek je velmi možná [3].

Koncept fuzzy logiky je analogický s vnímáním emoce člověka a interpretační procesy. Na rozdíl od klasického přístupu regulátoru, což je řídicí systém z bodu do bodu, je řídicí systém s fuzzy logikou systém řízení typu range-to-point nebo range-to-range. Koncept systému fuzzy logiky byl představen Zadehem v roce 1965 [4]. Fuzzy logika je určena pro a

posílení metod uvažování, které se spíše odhadují než pečlivě. Mamdani et al., [5] aplikovali fuzzy logiku v a praktická aplikace pro řízení automatického parního stroje v rok 1974, což je téměř po deseti letech teorie fuzzy logiky byl uznán. Bai et al [6] navrhli následující kroky, které mají

Odpovídající autor.

E-mailové adresy: janarthananr@citchennai.net (R. Janarthanan), balamurali@citchennai.net (R. Balamurali), pooranigiri14@gmail.com (A. Annapoorani), vimalaiswarya@gmail.com (V. Vimala).

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.179>

2214-7853/ 2020 Elsevier Ltd. Všechna práva vyhrazena.

Výběr a peer-review pod gesci vědeckého výboru Mezinárodní konference o nejnovějších trendech a inovacích ve strojírenství: Věda o materiálech.

vyžadovat implementaci aplikací v reálném čase pomocí technik fuzzy logiky.

- 1) Fuzzifikace – renovace klasických dat nebo ostrých dat na fuzzy data nebo funkce příslušnosti (MF).
- 2) Proces fuzzy inference – funkce členství jsou kombinovány s kontrolními pravidly, aby se dosáhlo fuzzy produktivity.
- 3) Defuzzifikace – pro individuální výpočet souvisejícího výstupu použijte odlišné postupy.

Zbytek papíru je předem uspořádán následovně. Část 2 analyzuje související práci na předpovědi srážek a fuzzy systémech. Část 3 se zabývá modelováním fuzzy logiky pro předpověď deštových srážek a část 4 podrobně popisuje výsledky. Závěr je uveden v části 5.

2. Související práce

V této části nejprve zopakujeme předchozí práci na modelování pro předpovídání srážek pomocí různých metodologií. Je diskutována práce související s fuzzy systémem pro různé aplikace.

Prototyp pro předpověď deštových srážek pomocí teorie fuzzy množin je diskutován s daty skenování USDA za rok 2004 [1]. Samotné parametry teploty a rychlosti větru se používají v předchozí části produkčních pravidel k předpovědi srážek. Procento chyb je vysoké ve srovnání s vypočítaným množstvím skutečných srážek.

Pejman et al [2] odhadli adaptivní neurální fuzzy inferenční systém pro měření srážek. Důsledky jsou ve vysoké shodě s dokumentovanými údaji prostřednictvím rostoucích čísel stanic v blízkosti skutečných časových měření srážek. Agboola et al [7] studovali schopnost fuzzy pravidel při modelování srážek se dvěma praktickými složkami, jako je znalostní báze a fuzzy uvažování. Forma je flexibilní a schopná modelovat nepřesné spojení mezi vstupními a výstupními proměnnými. Důvod by mohl být vylepšen pomocí umělé neuronové sítě (ANN) s vylepšeným systémem Fuzzy Inference System (FIS). Gholam et al [8] diskutovali o ročním předpovídání srážek Mamdani FIS pro předpovídání srážek v historických datech od prosince do května. Používá se administrativní víra od soft computingu k dobrodružnému přijímání nejasností, vágnosti, ráznosti, nedokončené pravdy k dosažení ovladatelnosti a obnovení porozumění realismem. Abychom model vylepšili, potřebujeme získat více tréninkových dat. Jing et al [9] navrhli prototypovou předpověď počasí postavenou na neuronové síti a FIS. Model simuluje sekvenční vztahy mezi fuzzy množinami pomocí umělé neuronové sítě a neuronové FIS.

Systém je modelován pomocí zpětných neuronových sítí, které lze modelovat s jiným typem neuronové sítě pro získání lepších prediktivních výsledků. AL-Matarneh et al [10] vyvinuli modely předpovědi počasí založené na teplotě pomocí neuronových sítí a fuzzy logiky k předpovídání teploty denně.

Model používá pouze dva postupy; zaúčtovaný nesoulad a

prostředky absolutní chyby pro predikci prognózy. Pro úsporu vody v zavlažovacím systému je v [11] uveden fuzzy systém. Systém byl vyvinut s využitím levného automatického zavlažovacího systému založeného na Fuzzy Logic Controller (FLC), který profesionálně zavlažuje plodiny a šetří vodu. Zavlažovací systém šetří spotřebu vody a dalších živin pro zvýšení výnosu plodiny.

Yung-Hsiang et al [12] studovali přeměnu odbornosti vlakového korespondenta na pravidlo prospěšných znalostí. Fuzzy Petriho síť je přijata k navržení pravidel rozhodování vlakových dispečerů v případě nesrovnalostí jako základu pro výhledové rozšíření vysílacího výběrového obživového systému. Experiment pojednává o anomálních situacích spolu se selháním jednotného systému řízení dopravy, selháním automatického vlakového zabezpečovače a poruchou motoru. Somia et al [13] aplikovali uvažování založené na pravidlech a fuzzy logiku s 5 omezeními, jako je relativní vlhkost, úplná oblačnost, směr větru, teplota a povrchový tlak pomocí tří funkcí členství pro káhirskou letištní stanici a pro stanici Mersa Matruh.

K analýze výsledků byla použita dvě skóre dovedností, jako je skóre Brier a skóre tření. Jimoh et al [14] diskutovali o účincích přírodních katastrof, jako jsou záplavy, vydatné srážky, nedostatek atd., které by měly být zakázány aktivním plánováním, a navrhli, že předpověď nadcházející události je zásadní. Model systému fuzzy logiky [15–18] je navržen pro předpovídání srážek na základě dané teploty konkrétní geografické lokality.

3. Fuzzy logické modelování pro předpověď srážek

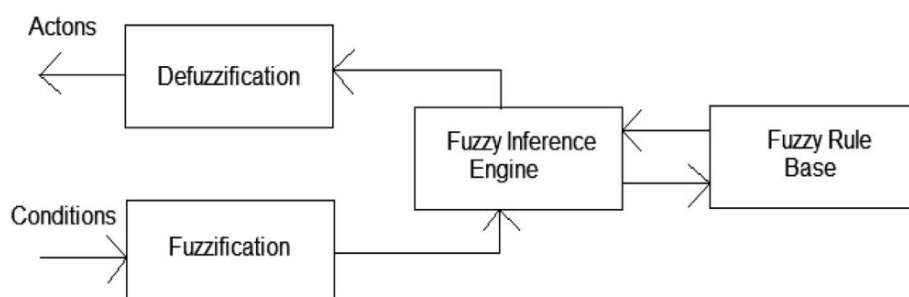
Použití fuzzy logického modelování je vhodné při nejednoznačném, nepřesném a kvalitativním vyjádření klasifikace. Sady fuzzy pravidel mají objekty s podobnými vlastnostmi. Rozlišovací hodnota pro objekt k určité sadě fuzzy pravidel je považována za 1 a hodnota je mimo sadu fuzzy pravidel, pak je považována za 0 [1]. Objekt s hodnotou funkce 1 je bez váhání na správném místě pro nastavení a hodnoty s funkcí členství 0 bezpodmínečně nejsou na správném místě pro nastavení. Objekt s přechodnými funkcemi členství je částečně na správném místě

soubor.

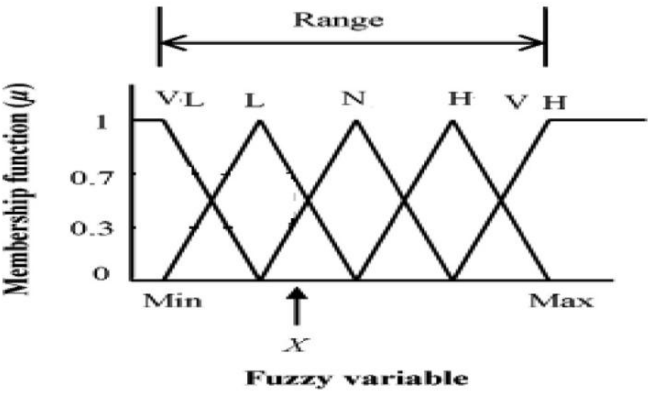
Fuzzy množiny jsou skupinou objektů s podobnými vlastnostmi a v ostrých množinách objekty, které do množiny patří nebo nepatří [1]. Funkce udává míru pravdivosti jako doplněk hodnocení. Stupně jsou zmatené pravděpodobnostmi a jsou abstraktně odlišné. Obr. 1 ukazuje kroky zapojené do fuzzy založeného systému. Funkční komponenty systému lze rozdělit do dvou funkcí. Za prvé, základ fuzzy pravidel k popisu funkcí členství fuzzy množin, které mají být použity ve fuzzy pravidlech.

Za druhé, rozhodovací sekce, která provádí postupy vyvozování pravidel.

Jsou-li data k dispozici, provede se fuzzifikace, aby se přidružily vstupní proměnné k funkcím příslušnosti na fragmentu důkazů, aby se dosáhlo hodnot příslušnosti z fragmentu důkazů, aby se dosáhlo hodnot příslušnosti každé lingvistické fuzzy množiny.



Obr. 1. Fuzzy základní systém.



Obr. 2. Fuzzy proměnná.

Hodnoty jsou kombinovány pomocí operátoru min, aby bylo dosaženo uspokojení následkem každého pravidla založeného na silné stránce. Poté se provede defuzziifikace, aby se kumulovaly kvalifikované důsledky, aby se získalo přesný výstup.

Systém má rozsah mezi nejmenší a nejextrémnější hodnotou jakékoli fuzzy proměnné. Hodnota je odcizena na příslušné číslo pro charakterizaci ve vzestupném pořadí počínaje minimální minimální až maximální hodnotou fuzzy množiny. Rozsah je rozdělen do pěti fuzzy úrovní jako velmi nízká (VL), nízká (L), Normální (N), vysoká (H) a Very High (VH), jak je znázorněno na obr. 2. Fuzzy proměnná X se protíná mezi dvěma úrovněmi s hodnotou funkce příslušnosti (m).

Tabulka 1 ukazuje rozsahy pro lingvistické fuzzy hodnoty. Pro výpočet předpovědi srážek jsme vzali v úvahu následující omezení, která se používají k předpovědi předpovědi srážek: teplota, tlak, vlhkost a rychlost větru. Jazykové výrazy pro různé fuzzy úrovně jsou následující:

8

VLif var xđ p<0:25

Lif0:0<var xđ p<0:5

var xđ p¼

Nif 0:25<var xđ p<0:75

Hif0:5<var xđ p<1:0

VHif 0:75 < var xđ p < 1:0

Odpovídající funkce členství je získána z trojúhelníková funkce členství s dolní mezí p, horní limit q a hodnotu m mezi p a q.

8

0x p

IAđ p¼ x

< xp

t.t

p < xm

>

1x q

Fuzzy proměnná X a daná funkce příslušnosti m ? [0, 1]. Fuzzy množina je definována jako, A ¼ f x; IAđ Bj xx 2 X G

Členská funkce mA(x) chápe slušné pro efektivní hodnoty, IA xđ p P 0; v x 2 x

Metoda fuzzifikace zahrnuje nalezení vstupních hodnot proměnných, získat propojovací body z výzbroje trojúhelníky pro výpočet úrovní v fuzzy a pro dosažení odpovídající funkce příslušnosti m. Skutečné funkce členství na různých fuzzy úrovních jsou následující:

8

0ifx 0

VL xđ p¼

< xp

0:25

pokud 0 < x 0:25

>

1ifx 0:25

8

0ifx < 0

L xđ p¼

< xp

0:50

pokud 0 < x 0:50

>

1ifx 0:50

8

0ifx < 0:25

N xđ p¼

< xp

0:25

0:50

pokud 0:25 x < 0:75

>

1ifx 0:75

8

0ifx < 0:50

H xđ p¼

< xp

0:50

0:50

pokud 0:50 x < 0:1

>

1ifx 1

8

0ifx 0:75

IAđ p¼ x

< xp

0:75

0:25

pokud 0:75 < x 1:0

>

1ifx 1:0

4. Výsledky a diskuse

Některé parametry mají vliv na množství srážky jsou uvedeny v **tabulkách 2 a 3**. Zvažte **tabulku 4** , která ukazuje regionální meteorologická data na různých místech Tamil Nadu Stav za období březen-květen 2017 (Zdroj – Regionální meteorologické centrum, Chennai). Několik aspektů bere v úvahu hlavně inspiraci objemu deštových srážek, jako je rychlost větru, teplota, vlhkost, povětrnostní podmínky atd., Fuzzy Production Rule IF-THEN výroky [15–18] vztahují vstupní proměnné k sobě navzájem popište výsledek. Používá se operátor AND (V) a operátor OR (W). v predikátové logice k vyprávnění vstupní a výstupní proměnné [16–17].

Příklady Fuzzy Production Rules (FPR) jsou uvedeny níže předpověď srážek:

1. POKUD (WS je VL) V (TP je VL) TAK (RF je VL)
2. POKUD (WS je L) V (TP je L) TAK (RF je VL)
3. POKUD (WS je VH) V (TP je VH) PAK (RF je VH)

Tabulka 2
Parametry.

Parametry	Minimální	Maximum	Průměrný
Rychlost větru m/s	0,7	3,1	3.0
Srážky	0,2	9,1	3.5
Teplota C	20,4	41,2	27.3

Tabulka 3
Fuzzy proměnná.

Parametry	Fuzzy variabilní	Lingvistická proměnná
Rychlost větru ZS	RF	Velmi vysoká WS, vysoká WS, Normální WS, nízká WS, Velmi nízká WS
Deštové srážky		Velmi vysoká RF, Vysoká RF, Normální RF, Nízká RF, Velmi Nízká RF
Teplota TP		Velmi vysoký TP, Vysoký TP, Normální TP, Nízký TP, Velmi Nízký TP

stůl 1

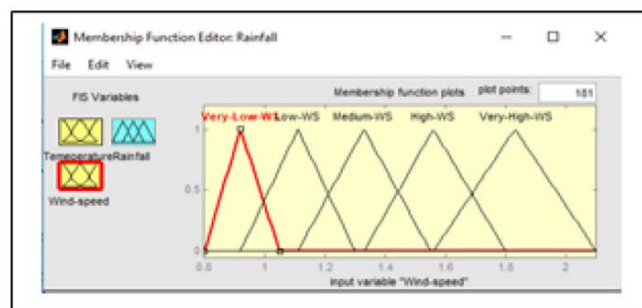
Hodnoty s rozsahy.

Hodnoty	Rozsahy
(VL) Velmi nízká	[0,00, 0,25]
(L) Nízká	[0,00, 0,50]
(N) Normální	[0,25, 0,75]
(H) Vysoká	[0,50, 1,00]
(VH) Velmi vysoká	[0,75, 1,00]

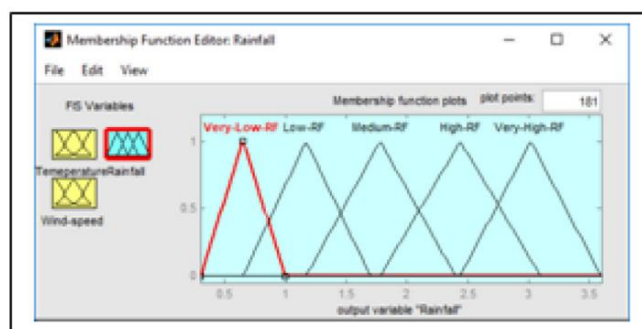
Tabulka 4

Údaje o srážkách.

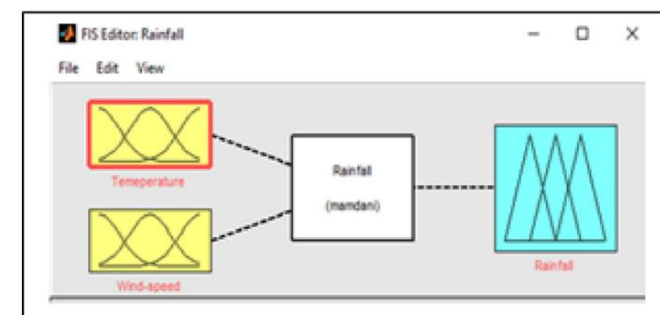
Místa	Skutečná (mm)	Předpokládaná (mm)	úroveň
Ariyalur	43,7	101,8	Nízká (L)
Chennai	1,8	58,5	Velmi nízká (VL)
Coimbatore	170,5	150,3	Normální (N)
Cuddalore	23,3	81,7	Velmi nízká (VL)
Dharmapuri	241,0	160,4	vysoká (H)
Dindigul	151,4	168,0	Normální (N)
Erodat	258,4	142,4	Velmi vysoká (VH)
Kancheepuram	14,3	66,0	Velmi nízká (VL)
Kanyakumari	152,4	288,3	Nízká (L)
Karaikal	205,3	66,6	Velmi vysoko
Karur	127,7	109,2	Normální (N)
Krishnagiri	285,1	151,6	Velmi vysoká (VH)
Madurai	177,3	144,8	vysoká (H)
Nagapattinam	51,4	80,5	Nízká (L)
Namakkal	141,7	148,6	Normální (N)
Nilgiris	329,2	235,3	vysoká (H)
Perambalur	122,1	108,9	Normální (N)
Pudukottai	54,4	97,5	Nízká (L)
Ramanathapuram	69,3	115,5	Nízká (L)
Salem	167,8	170,8	Normální (N)
Sivaganga	107,3	121,2	Normální (N)
Thanjavur	60,4	102,1	Nízká (L)
Pak já	147,0	168,3	Normální (N)
Tirunelveli	178,0	166,2	Normální (N)
Tiruppur	106,2	135,1	Nízká (L)
Tiruvallur	15,9	67,2	Velmi nízká (VL)
Tiruvannamalai	57,5	98,9	Nízká (L)
Tiruvarur	30,5	97,7	Velmi nízká (VL)
Toothukudi	36,7	111,6	Velmi nízká (VL)
Tiruchirapalli	107,8	109,9	Normální (N)
Vellore	106,9	106,5	Normální (N)
Villupuram	49,8	76,0	Nízká (L)
Virudhunagar	144,8	161,5	Normální (N)



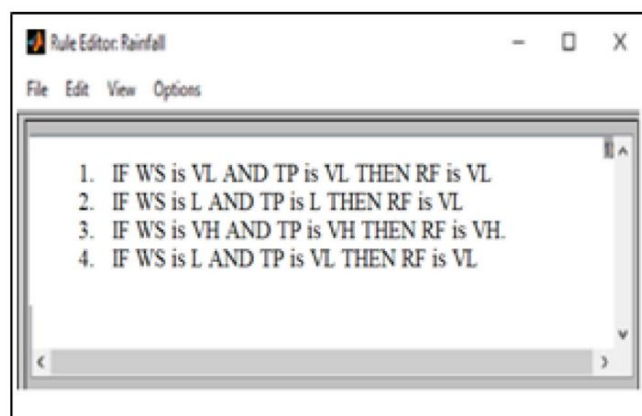
Obr. 5. Vstupní funkce členství.



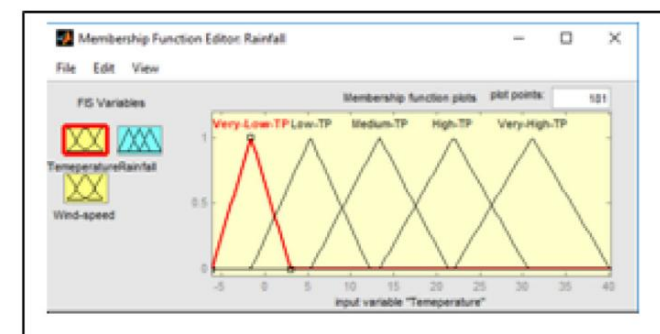
Obr. 6. Funkce členství na výstupu.



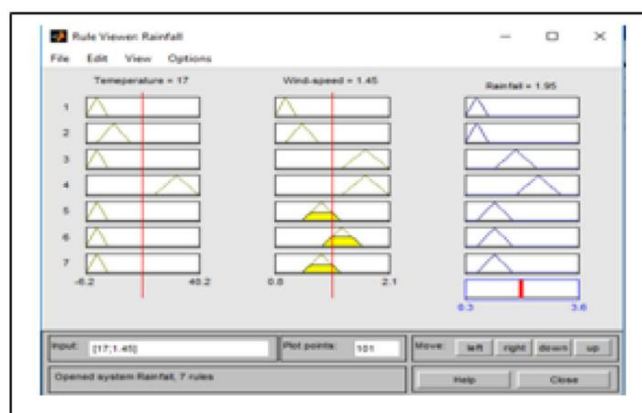
Obr. 3. Srážky editoru FIS.



Obr. 7. Editor pravidel.



Obr. 4. Editor členské funkce.



Obr. 8. Prohlížeč pravidel.

22. POKUD WS je HV, TP je VH, PAK RF je H.

23. POKUD WS je VH V TP je M PAK RF je H.

Funkce fuzzy příslušnosti (MF) daných údajů o srážkách může být zobrazena jako trojúhelníková MF pro vstupní a výstupní MF. Na základě pravidla fuzzy produkce, Fuzzy Inference System (FIS) [15–17] je znázorněn na Obr. 3–8.

5. Závěr

Tento článek pojednával o inteligentním fuzzy modelu pro predikci srážkových událostí. V pravidle Fuzzy Production Rule, příkazy Antecedent (část IF) a Consequent (část THEN) vzájemně spojují vstupní proměnnou (strana antecedentu) a definují tak výsledky. Operátory predikátové logiky, jako je operátor AND, se používají k vyprávnění vstupní (předchozí strana) a výstupní (následná strana) proměnné. Identifikace parametrů a fuzzy proměnných se používá ve fuzzy logice, že hodnoty teplota (TP), rychlost větru (WS) byla snaha vypočítat množství srážek (RF). FIS je nejvýznamnější modelovací nástroj vytvořený na základě teorie fuzzy množin.

Reference

- [1] M. Hasan, T. Tsegaye, X. Shi, G. Schaefer, G. Taylor, *Zemědělská voda management*, Elsevier 95 (2008) 1350–1360.

- [2] N. Pejman, AM Latif, *Int. J. Info. Technol. Počítat. Sci.* 9 (2014) 46–51.
 [3] Edwin, a Yudha, *Makara Sains* 12 (2008) 7–14.
 [4] LA Zadeh, *J. Info. Kontrola* 8 (1965) 338–353.
 [5] EH Mamdani, S. Assilian, *Int. J. Man Mach. Stud.* 7 (1975) 1–13.
 [6] Y. Bai, D. Wang, *Advanced Fuzzy Logic Technologies in Industrial Applications*, Springer, (2006) 17–36.
 [7] AH Agboola, AJ Gabriel, EO Aliyu, BK Alese, *Int. J. Eng. Technol.* 3 (2013) 427–435.
 [8] Gholam Abbas Fallah-Ghalhary, Mohammad Mousavi-Baygi, Majid Habibi Nokhandan, *Research Journal of Environmental Sciences*, 3 (2009) 400–413.
 [9] J. Lu, S. Xue, X. Zhang, S. Zhang, W. Lu, *Atmosphere* 5 (2014) 788–805.
 [10] L. Al-Matarneh, A. Sheta, S. Bani-Ahmad, J. Alshaer, I. Al-oqily, *Int. J. Multimedia VŠudypřítomná Ing.* 9 (2014) 343–366.
 [11] J. Anand, J. Raja Paul Perinbam, *AE International Journal of Multidisciplinary Výzkum*, 2 (2014) 1–9.
 [12] YH Cheng, Y. Li-An, *Expertní systémy s aplikacemi*, Elsevier 36 (2009) 8040–8048.
 [13] Somia A. Asklany, Khaled Elhelow, IK Youseef, M. Abd El-wahab, *Atmospheric Výzkum*, Elsevier, 101 (2011) 228–236.
 [14] RG Jimoh, M. Olagunju, IO Folorunso, MA Asiribo, *Int. J. Innovative Res. Počítat. Comm. Ing.* 1 (2013) 929–936.
 [15] R. Janarthanan, A. Chakraborty, A. Konar, AK Nagar, *Proc. of Fuzz -IEEE* (2013) 01–06.
 [16] R. Janarthanan, A. Konar, A. Chakraborty, *Int. J. Přibl. Reasoning* 82 (2017) 138–160.
 [17] A. Konar, *Umělá inteligence a soft computing: behaviorální a kognitivní modelování lidského mozku*, (2018) CRC press.
 [18] R. Janarthanan, S. Doss, R. Balamurali, *Int. J. Ambient Intelligence Humanized Computing* (2020), <https://doi.org/10.1007/s12652-020-01946-8>.